

#3

Docket No. 826.1723

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|------------------------------|---|----------------------------|
| In re Patent Application of: |) | |
| |) | |
| Katsuhito FUJIMOTO, et al. |) | |
| |) | Group Art Unit: Unassigned |
| Serial No.: To be assigned |) | |
| |) | Examiner: Unassigned |
| Filed: March 27, 2001 |) | |
| |) | |
| For: APPARATUS AND METHOD |) | |
| FOR CORRECTING |) | |
| DISTORTION OF INPUT |) | |
| IMAGE |) | |

1c903 U.S. PTO
09/819728
03/29/01

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231*

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant submits herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-267511
Filed: September 4, 2000.

It is respectfully requested that the applicant be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 27, 2001

By: _____

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 Eleventh Street, N.W.
Suite 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: September 4, 2000

Application Number: Patent Application No. 2000-267511

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

December 22, 2000

Commissioner,
Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2000-3105874

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1-903 U.S. PTO
09/819728
03/29/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-267511

出 願 人

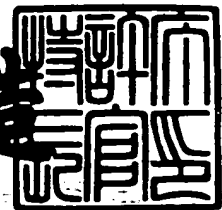
Applicant(s):

富士通株式会社

2000年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3105874

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000946

【提出日】 平成12年 9月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/00

【発明の名称】 歪み補正方式

【請求項の数】 20

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 藤本 克仁

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 小原 敦子

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 直井 聡

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074099

 【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大菅 義之

 【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

【識別番号】 100067987

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾 7 - 2 5 - 2 8 - 5 0 3

【弁理士】

【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 歪み補正方式

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出する輪郭抽出手段と、

前記輪郭の歪みを手がかりに歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【請求項 2】 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出する輪郭抽出手段と、

前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定する曲面推定手段と、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【請求項 3】 前記入力画像及び出力画像が白黒二値画像または階調画像またはカラー画像であることを特徴とする、請求項 2 記載の歪み補正装置。

【請求項 4】 前記輪郭抽出手段は、前記入力画像に対してエッジ抽出を行って得た輪郭画素候補のうち、水平あるいは垂直方向に対象画素を挟んで前記紙の外部領域の階調あるいはカラーを持つ画素の列の並びと前記紙の内部領域の階調あるいはカラーを持つ画素の列の並びが存在する度合いを表す輪郭らしさを評価し、前記輪郭らしさが強い輪郭画素候補を輪郭画素とすることを特徴とする、請求項 2 記載の歪み補正装置。

【請求項 5】 前記輪郭抽出手段は、前記輪郭らしさとして、前記輪郭画素候補を挟んで水平あるいは垂直方向に、前記輪郭画素候補の近傍から任意に抽出された画素の値と適切に設定した固定値ベクトルとの積和演算を行って得た量を用いることを特徴とする、請求項 4 記載の歪み補正装置。

【請求項 6】 前記輪郭抽出手段は、前記輪郭らしさとして、前記輪郭画素候補を挟んで水平あるいは垂直方向に、 k を正または負の定数として、水平方向の場

合は値0を中心とする左右対称のマスク、 $k, k, k, \dots, k, 0, -k, \dots, -k, -k, -k$ 、垂直方向の場合は値0を中心とする上下対称のマスク、 $k, k, k, \dots, k, 0, -k, \dots, -k, -k, -k$ により、積和演算を行って得た量を用いることを特徴とする、請求項6記載の歪み補正装置。

【請求項7】前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、中折り沈み歪みをモデル化した中折り沈み歪み3次元曲面モデルを用いることを特徴とする、請求項2記載の歪み補正装置。

【請求項8】前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、中折り浮き歪みをモデル化した中折り浮き歪み3次元曲面モデルを用いることを特徴とする、請求項2記載の歪み補正装置。

【請求項9】前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、周辺浮き歪みをモデル化した周辺浮き歪み3次元曲面モデルを用いることを特徴とする、請求項2記載の歪み補正装置。

【請求項10】前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、前記紙の3次元輪郭をモデル化して得られる3次元輪郭モデルに線形Cons補間などの補間手法を施して得られる曲面を用いることを特徴とする、請求項2記載の歪み補正装置。

【請求項11】前記曲面推定手段は、前記3次元輪郭モデルとして、3次元輪郭上の点を離散的に3次元サンプル点として取り、3次元サンプル点の高さあるいはそれに対応した量をモデルパラメータとすることを特徴とする、請求項10記載の歪み補正装置。

【請求項12】前記曲面推定手段は、前記3次元輪郭モデルとして、スプライン曲線またはベジエ曲線などのパラメータ付き曲線モデルを用いることを特徴とする、請求項10記載の歪み補正装置。

【請求項13】前記曲面推定手段は、前記3次元輪郭モデルとして、3次元輪郭の端点2点の高さ、あるいはそれに対応した量をモデルパラメータとして、3次元輪郭上の点は端点2点を結んだ3次元線分を含む垂直平面上に存在するとし、て位置を制約することを特徴とする、請求項10記載の歪み補正装置。

【請求項 1 4】前記曲面推定手段は、前記 3 次元輪郭モデルとして、3 次元線分を用いることがあることを特徴とする請求項 1 0 記載の歪み補正装置。

【請求項 1 5】前記曲面推定手段は、抽出された輪郭を手がかりに、透視変換を用いて 3 次元輪郭を推定することにより、3 次元曲面を推定することを特徴とする、請求項 2 記載の歪み補正装置。

【請求項 1 6】前記曲面推定手段は、左右あるいは上下で対となっている 3 次元輪郭の長さが等しいという制約をエネルギー関数を用いて表現し、エネルギー最小となる前記 3 次元曲面モデルのパラメータを求める最適化問題を解いて 3 次元曲面モデルを推定することを特徴とする、請求項 8 記載の歪み補正装置。

【請求項 1 7】前記曲面推定手段は、輪郭を座標軸とする曲線座標系において、同一の X 座標あるいは Y 座標を持つ曲線がすべて同じ長さを持つという制約をエネルギー関数を用いて表現し、エネルギー最小となる 3 次元曲面モデルのパラメータを求める最適化問題を解いて 3 次元曲面モデルを推定することを特徴とする、請求項 1 2 記載の歪み補正装置。

【請求項 1 8】前記歪み補正手段は、前記輪郭を座標軸とする曲線座標系を用いて補正後画像の各画素に対応した前記入力画像中の位置を求め、前記入力画像中の対応画素の値を補正後画像の対象画素値として設定することにより、上下輪郭の長さを幅、左右輪郭の長さを高さとする補正後画像を得ることを特徴とする請求項 2 記載の歪み補正装置。

【請求項 1 9】矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、
前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出し、
前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、
ことを特徴とする歪み補正方法。

【請求項 2 0】入力された矩形状の紙を撮像した画像に含まれる紙の輪郭の歪みを補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体であって、

前記入力された画像から前記紙の輪郭を抽出し、

前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力画像に存在する歪みの補正方式に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、非接触型画像入力装置（OHR：Over Head Reader）を用いた帳票認識技術の向上が金融OCR（Optical Character Reader）商談において重要になってきた。

【0003】

非接触型画像入力装置（OHR）とは、ラインあるいはエリアCCDを撮像素子として備える図18に示すようなスタンド型の画像入力装置である。従来のイメージスキャナなどの接触型画像入力装置と比較して、OHRを用いることによって、ユーザが画像入力を行いながら帳票への記入が行える、帳票の表を見たまま画像入力が行える、といった作業の快適さを享受できる。

【0004】

しかし、OHRにて取得した帳票の画像（以降OHR画像と呼ぶ）には、スキャナにて取得した画像（以降スキャナ画像と呼ぶ）と比較して、濃淡むら、影、画像の歪みなどの画像の劣化が見られる。OHR画像の歪みの主なものとしては 3 次元歪みがある。

【0005】

OHR画像において発生する 3 次元歪みを分類すると、主に次の 3 種類に分類される。

イ）中折り歪み：中央部に折り目のある帳票に発生する歪み。折り目が沈んで

いるか、浮いているかにより、中折り沈み歪み、中折り浮き歪みの２種類がある。図 1 9 に中折り沈み歪み O H R 画像の例を、図 2 0 に中折り浮き歪み O H R 画像の例を示す。

【 0 0 0 6 】

ロ) 周辺歪み：帳票周辺に発生する歪み。周辺が沈んでいるか、浮いているかにより、周辺沈み歪み、周辺浮き歪みの２種類がある。図 2 1 に周辺沈み歪みの O H R 画像の例を、図 2 2 に周辺浮き歪み O H R 画像の例を示す。

【 0 0 0 7 】

ハ) 冊子歪み：数枚綴りの冊子に発生する歪み。図 2 3 に冊子歪みの例を示す。

O H R を金融 O C R 商談で用いるためには、これらの画像の 3 次元歪みを克服する歪み補正方式の開発が重要な課題となってきた。

【 0 0 0 8 】

一方、3 次元歪みの存在する O H R 画像に対して、高精度な文書認識を実現するための歪み補正方式が特開平 1 0 - 1 5 0 5 3 2 にて提案されている。ここに記載の方式は、数枚の紙を一点で止めた文書に発生する一点止め歪みの補正方式を対象としている。また、3 次元歪みを計測するために（3 次元の形状を求める）上及び横からの複数の視点から撮像した複数枚の画像を用いている。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、3 次元歪みを補正する従来方式は、3 次元形状を推定するために複数のカメラを用いているため、実現コストが高くなり、広い設置スペースが必要となる。

【 0 0 1 0 】

本発明の課題は、上からの視点のみから撮像した画像一枚を用いることにより、実現コスト及び設置スペースを削減させることである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、本発明では、上から撮像した一枚の画像から

取得できる２次元輪郭を手がかりにし、さらに紙が矩形状であるという制約を利用して３次元曲面モデルを推定し、得られた３次元曲面モデルから画像の３次元歪みを補正するようにした。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様によれば、輪郭抽出手段と曲面推定手段と歪み補正手段を備えるように構成する。矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、輪郭抽出手段が入力画像から紙の輪郭を抽出し、曲面推定手段が２次元輪郭を手がかりに紙の３次元曲面モデルを推定し、歪み補正手段が推定された３次元曲面モデルに基づいて、歪みを補正した画像を出力する。

【 0 0 1 3 】

このような構成をとることにより、一枚の画像から得られる２次元輪郭の歪みを手がかりに入力画像を補正するので、従来技術と比較してカメラが一台で済み、実現コスト及び設置スペースを削減することができるようになる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

図１は、本発明の原理構成を示す図である。輪郭抽出手段１０１、曲面推定手段１０２、歪み補正手段１０３を備える。矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、輪郭抽出手段１０１が紙の輪郭を抽出し、曲面推定手段１０２が輪郭の歪みを手がかりに紙の３次元モデルを推定し、歪み補正手段１０３が紙の３次元曲面モデルに基づいて歪みを補正した画像を出力する。

【 0 0 1 5 】

帳票のＯＨＲ画像には折り目などによる影が発生するが、動的な影・濃淡むらのため安定した影の情報の取得は期待できない。従って、影の変化を歪み補正の手がかりに用いることは得策ではない。そこで、図１に示す本発明では比較的安定して取得できる帳票の輪郭を手がかりとして歪みを補正することにした。本方式は、帳票が長方形であることに着目して、帳票の輪郭の変形を手がかりに水平・垂直方向の画像伸縮を行う手法で、`shape from contour`の一種とも言える。本方式の特徴は、曲面推定手段１０２が一枚の歪み画像から２

次元輪郭の歪みを手がかりに 3 次元曲面モデルを推定している点である。カメラが一台で済むことにより、実現コストを大きく削減させ、手がかりとして影の変化と比較して安定して抽出できる帳票輪郭の歪みを用いているため、精度の良い歪み補正を実現できる効果がある。

【 0 0 1 6 】

図 2 に、本発明第 1 の実施例の構成を示す。図 2 に示す歪み補正方式は、中央部に折り目のある帳票に発生する歪みのうち、中折り沈み歪みを補正する補正方式である。中折り沈み歪み O H R 画像は図 1 9 に示したように、帳票の上輪郭、下輪郭、中折り輪郭は台などの基準面に接した線分として認識できる。尚、帳票の置き方によっては左輪郭、右輪郭、中折り輪郭が線分と認識される場合があるが、これは画像を 9 0 度回転すれば上述したものと同様になる。従って、以下、上輪郭、中折り輪郭、下輪郭が線分として認識できる場合を例に中折り沈み歪みを補正する第 1 の実施例についてより詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 2 において、矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、輪郭抽出手段 2 0 1 が紙の輪郭を抽出し、中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 が中折り沈み帳票の輪郭の歪みを手がかりに 3 次元曲面モデルを推定し、歪み補正手段 2 0 3 が紙の 3 次元曲面モデルに基づいて歪みを補正した画像を出力する。

【 0 0 1 8 】

輪郭抽出手段 2 0 1 は、まず、ソーベルのエッジ抽出などの何らかのエッジ抽出により得た輪郭を輪郭候補画素とし、各輪郭候補画素が輪郭を構成するか否かを判断する。尚、輪郭抽出手段 2 0 1 は、エッジ抽出で抽出される紙の輪郭だけでなく、紙に付与された直線（水平、垂直）、文字列（水平、垂直）をも抽出し、これらの情報を用いるように構成してもよい。

【 0 0 1 9 】

抽出された輪郭候補画素の集合のうち対象画素が、例えば、左輪郭を構成するか否かを判断する場合について説明する（図 3 参照）。ある画素が左輪郭を構成する場合、その画素の左側は背景色などの低い画素値を持つ画素列で、右側は帳票なので白色などの高い画素値を持つ画素列となる。従って、例えば（- 1, -

1, -1, 0, 1, 1, 1) という線形フィルタ 3 0 2 と輪郭候補画素 3 0 1 との積和を求めると、積和値は大きくなる。よって、ある一定の閾値を定めておき、閾値より大きな積和値を持つ輪郭候補画素を輪郭画素として決定すればよい。このように、各輪郭候補画素に対して積和演算を行い、求めた積和値と閾値を比較して左輪郭を決定する。

【 0 0 2 0 】

同様に右輪郭の場合は、左輪郭の逆の構成を持つ線形フィルタ (1, 1, 1, 0, -1, -1, -1) を用いればよく、上・下輪郭も同様に決定することができる。

【 0 0 2 1 】

尚、線形フィルタは 0 を中心に左右または上下対象となる任意の固有ベクトルでよい。すなわち、任意の定数 k 、 $-k$ が 0 を中心に N 個ずつ並ぶ ($k, k, \dots, k, 0, -k, \dots, -k, -k$) のような固有ベクトルでよい。

【 0 0 2 2 】

上述のようにして輪郭抽出手段 2 0 1 は輪郭二値画像を出力する。さらに、輪郭抽出手段 2 0 1 は、後の処理で必要となる輪郭頂点、サンプル輪郭点を抽出する。尚、輪郭抽出手段 2 0 1 で得るものは 2 次元の画像中の輪郭に関するものである。3 次元中の帳票輪郭と区別するために、以降では頭に「2 次元」とつけ、それぞれ 2 次元輪郭線、2 次元輪郭頂点、2 次元サンプル輪郭点と呼ぶことにする。図 4 は、輪郭抽出手段 2 0 1 で得られる 2 次元輪郭線、2 次元輪郭頂点、2 次元サンプル輪郭点の 2 次元座標に基づく表現を示している。

【 0 0 2 3 】

2 次元輪郭頂点は、図 4 に示す上輪郭 A B または下輪郭 E F の中央部付近の輪郭点から左右方向に輪郭線をたどり、急激に傾きの変化する輪郭点 (左上輪郭頂点 A、右上輪郭頂点 B、左下輪郭頂点 E、右下輪郭頂点 F) を探索して求める。また、輪郭頂点 A、B、E、F を線分で結んで得られた矩形 A B F E との位置関係により、中折り輪郭 (帳票中央部) の左右の頂点を抽出する。中折り沈み帳票の場合は、矩形に最も入りこんだ左右の輪郭点を中折り沈み輪郭頂点とする (折線左頂点 C 及び折線右頂点 D)。

【 0 0 2 4 】

さらに、抽出した左右の輪郭線を区分線形近似するために用いられる 2 次元サンプル輪郭点は、図 4 に示す Y 軸方向に予め定めた等間隔ごとに選択することで求められる。

【 0 0 2 5 】

以下、2 次元座標に基づく各点、線分、輪郭線などの表現等は図 4 に従うとする。

次に、中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 について説明する。中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 は、中折り沈み帳票に対して、得られた 2 次元サンプル輪郭点と入力画像の視点であるカメラ中心（スタンド型の O H R を利用するので、カメラ中心は予め決まっている。）とを結ぶ線分と 2 つの 2 次元輪郭頂点を結ぶ線分を通り基準面に垂直な平面の交点であると仮定して、3 次元サンプル輪郭点の座標を求める。そして求めた 3 次元サンプル輪郭点を線分でつないだ折線を輪郭線とし、輪郭線の線形補間近似により得た曲面を、歪んだ帳票曲面の 3 次元曲面モデルとして推定する。

【 0 0 2 6 】

中折り沈み曲面は、中折り輪郭（帳票中央部の基準面に接している線分）を境に上下 2 つの曲面に分割できる。以下、上部の曲面に限定して、中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 における処理を詳細に説明する。下部の曲面に対しても上下対象に同様の議論を展開できる。

【 0 0 2 7 】

図 5 に、カメラ中心と 2 次元輪郭及び 3 次元輪郭の位置関係を示す。図 5 に示した各記号の意味は外 1 の通り。透視変換により 2 次元サンプル輪郭点と関係づけられた 3 次元輪郭線上の点を 3 次元サンプル輪郭点と呼ぶ。カメラ中心及び 3 次元サンプル輪郭点の座標を図 5 のように表現することにする。

【 0 0 2 8 】

【外 1】

| | |
|--------------|------------------------------|
| \mathbf{x} | : 3次元ベクトル |
| \mathbf{X} | : 2次元ベクトル |
| x, y, z | : 3次元座標値 |
| X, Y | : 2次元座標値 |
| L | : 左を意味する |
| R | : 右を意味する |
| i | : 左輪郭点の添字: $i = 0, \dots, m$ |
| j | : 右輪郭点の添字: $j = 0, \dots, n$ |

【0 0 2 9】

左輪郭線上の3次元サンプル輪郭点の座標を求める場合、次のように求められる。

2次元左輪郭線上の2次元サンプル輪郭点に対応する3次元左輪郭線上の3次元サンプル輪郭点は、カメラ中心と2次元サンプル輪郭点を結ぶ線分と左輪郭頂点A、Cを結ぶ線分ACを通りx y平面に垂直な平面の交点として求められる。

【0 0 3 0】

線分ACを含むx y平面に垂直な平面の方程式は(1)式のように表せる。

【0 0 3 1】

【数 1】

点A: (X_0^L, Y_0^L) 、点C: (X_m^L, Y_m^L) より、

$$y - Y_0^L = \frac{Y_m^L - Y_0^L}{X_m^L - X_0^L} \cdot (x - X_0^L) \quad (1)$$

【0 0 3 2】

また、3次元サンプル輪郭点がカメラ中心と2次元サンプル輪郭点を結ぶ線分を $(1-t) : t$ に内分する点であるとした場合、(2)式が成立する。

【0 0 3 3】

【数2】

$$\begin{cases} x_i^L = X_i^L + (x^K - X_i^L)t \\ y_i^L = Y_i^L + (y^K - Y_i^L)t \\ z_i^L = z^K t \end{cases} \quad (2)$$

但し、3次元サンプル輪郭点： $x_i^L = (x_i^L, y_i^L, z_i^L)$

カメラ中心K： (x^K, y^K, z^K)

2次元サンプル輪郭点： $X_i^L = (X_i^L, Y_i^L)$

【0034】

(1) 式、(2) 式をtについて解くと、(3) 式になる。

【0035】

【数3】

$$t = \frac{(X_m^L - X_i^L)(Y_0^L - Y_m^L) - (Y_m^L - Y_i^L)(X_0^L - X_m^L)}{(x^K - X_i^L)(Y_0^L - Y_m^L) - (y^K - Y_i^L)(X_0^L - X_m^L)} \quad (3)$$

【0036】

(3) 式で求められるtを代入することにより、各3次元サンプル輪郭点の座標を求めることができる。

右輪郭線上の3次元サンプル輪郭点の座標も同様にして求めることができる。

【0037】

以上のように求めた3次元サンプル輪郭点を線分でつないだ折線を左輪郭線および右輪郭線とし、これらの輪郭線の線形補間近似により得た曲面を歪んだ帳票曲面の3次元曲面モデルとする。

【0038】

線形補間近似として、例えば線形C o o n s 補間などの補間手法を使うことができる。線形C o o n s 補間とは、4つの3次元輪郭がある場合に、その間を線分で補間することである。線形C o o n s 補間を行うための線形C o o n s 曲面とは、曲線座標系(u, w)により定義されるパラメトリックな空間曲面の一種である。曲面が4つの曲面P(u, 0)、P(u, 1)、P(0, w)、P(1, w)により囲まれているとし、曲面上の点の座標をQ(u, w)とすると、輪

郭曲線の式を用いて (4) 式のように表現できる (図 6)。これにより得られる曲面を 3 次元曲面モデルとする。

【0 0 3 9】

【数 4】

$$\begin{aligned} Q(u, w) = & P(u, 0)(1-w) + P(u, 1)w + P(0, w)(1-u) + P(1, w)u \\ & - P(0, 0)(1-u)(1-w) - P(0, 1)(1-u)w \\ & - P(1, 0)u(1-w) - P(1, 1)uw \end{aligned} \quad (4)$$

【0 0 4 0】

また、中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 における 3 次元輪郭モデルを求める手法として、3 次元輪郭線の点を離散的に 3 次元サンプル輪郭点としてとり、3 次元サンプル点の高さあるいはそれに対応する量をモデルパラメータとする手法を説明したが、3 次元輪郭モデルを求める手法は、この手法に限られるものではない。すなわち、例えば 3 次元輪郭モデルとして、スプライン曲線、ベジエ曲線などのパラメータ付曲線モデルを用いてもよい。

【0 0 4 1】

スプライン曲線、ベジエ曲線はパラメトリックな空間曲線である。一般に、パラメトリックな空間曲線は (5) 式で表される。

【0 0 4 2】

【数 5】

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \quad (5)$$

但し、 t はパラメータ、 (x, y, z) は 3 次元空間曲線上の点の座標である。

【0 0 4 3】

(5) 式より、スプライン曲線は (6) 式で表される。

【0 0 4 4】

【数 6】

$$\begin{cases} x(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^x t^{i-1} \\ y(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^y t^{i-1} \\ z(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^z t^{i-1} \end{cases} \quad (6)$$

【0045】

同様に (5) 式より、ベジエ曲線は (7) 式で表される。

【0046】

【数 7】

$$\begin{cases} x(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^x J_i^n(t) \\ y(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^y J_i^n(t) \\ z(t) = \sum_{i=1}^4 B_i^z J_i^n(t) \end{cases} \quad (7)$$

但し、 $J_i^n(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i}$, $\binom{n}{i} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$

【0047】

このようにスプライン曲線、ベジエ曲線はパラメータ t によって表現できるため、このパラメータ t をモデルパラメータとして 3 次元輪郭モデルを求めればよい。

【0048】

また更に、中折り曲面推定部（あるいは曲面推定部）は輪郭線を用いるだけでなく、紙に付与された直線（垂直、水平）、文字列（垂直、水平）などの情報を用いて、同様の方法で 3 次元曲面を推定するように構成することもできる。

【0049】

次に、歪み補正手段 203 について説明する。歪み補正手段 203 は、補正後画像の各画素に対応した入力画像中の位置を、輪郭線を座標軸とする曲線座標系を用いて求め、入力画像中の対応画素の値（二値、階調、カラー）を補正後画像の対象画素値として設定することにより、上下輪郭の長さを幅、左右輪郭の長さ

を高さとする補正後画像を得る。

【 0 0 5 0 】

中折り帳票の場合、上輪郭線及び下輪郭線は輪郭頂点を結ぶ線分として得られる。左輪郭線及び右輪郭線は中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 により得られた 3 次元サンプル輪郭点を結ぶ折線として得られる。また、中折り輪郭は中折り沈み曲面推定手段 2 0 2 により得られた中折り部の 3 次元サンプル輪郭点を結ぶ線分として得られる。

【 0 0 5 1 】

中折り帳票を中折り輪郭を境に上部と下部に分割し、それぞれに対する 3 次元曲面上に曲線座標系を設定して歪み補正を行う。以下、上部の 3 次元曲面についての歪み補正方法を説明する。下部に対しても同様の処理を実行すればよい。

【 0 0 5 2 】

原点を左上輪郭頂点（図 4 に示す点 A）とし、X 軸を上輪郭線とし、Y 軸を左輪郭線とする。補正後画像の幅 W (width) は、上輪郭線及び中折り輪郭線の長さの平均値を用い、補正後画像の高さ H (height) は左輪郭線及び右輪郭線の長さの平均を用いる。すなわち (8)、(9) 式のようにになる。

【 0 0 5 3 】

【数 8】

$$W = \frac{1}{2}(AB + cd) \quad (8)$$

$$H = \frac{1}{2}(Ac + Bd) \quad (9)$$

【 0 0 5 4 】

左輪郭線上の Y 座標のメモリ付けをするために、0 以上高さ H 以下の整数値をとる Y に対して左輪郭線上の点 L (Y) を対応づけ、3 次元座標を求める。L (Y) の 3 次元座標を求めるには、左輪郭線を表す 3 次元サンプル輪郭点をつないだ折れ線上を左上輪郭頂点からたどり、長さ (H / Ac) ずつ進めることにより行う。

【 0 0 5 5 】

同様にして0以上高さH以下の整数値をとるYに対して右輪郭線上の点R (Y) を対応づけ、3次元座標を求める。R (Y) の3次元座標を求めるには、右輪郭線を表す3次元輪郭点をつないだ折線上を右上輪郭頂点からたどり、長さ(H/Bd) ずつ進めることによって行う。L (Y) とR (Y) により曲線座標系を表現していると考えることができる(図7)。

【0056】

このように曲線座標系を定義し、次に歪み補正後の画像の2次元座標(X, Y) に対応した画素の濃度G (X, Y) ($0 \leq X \leq W$, $0 \leq Y \leq H$) を求める。

補正後2次元座標(X, Y) に対応する点は、3次元曲面上の曲線座標による2次元座標(X, Y) を持つ点Pである。点Pの3次元座標を(10)式とする。

【0057】

【数9】

$$\mathbf{x}^P = (x^P, y^P, z^P) \quad (10)$$

【0058】

点Pは、左輪郭線上の点L (Y) と右輪郭線上の点R (Y) を線形補間した点として、線分L (Y) R (Y) を $X/W : (1 - X/W)$ に内分する点として表現することができる。従って(11)式より点Pの3次元座標を求めることができる。

【0059】

【数10】

$$\mathbf{x}^P = (x^P, y^P, z^P) = (1 - \frac{X}{W})\mathbf{L}(Y) + \frac{X}{W}\mathbf{R}(Y) \quad (11)$$

【0060】

次に、カメラ中心から点Pを通る直線とxy基準面との交点の2次元座標を求める。透視変換の条件により、(12)式のようなになる。

【0061】

【数 1 1】

$$\tilde{P} = (\tilde{X}, \tilde{Y}) = \left(\frac{x^P z^K - x^K z^P}{z^K - z^P}, \frac{y^P z^K - y^K z^P}{z^K - z^P} \right) \quad (12)$$

\tilde{P} は、カメラ中心と点 P を通る直線と xy 基準面との交点。

【0 0 6 2】

従って、補正後画像の濃度 $G(X, Y)$ は (13) 式で求めることができる。

【0 0 6 3】

【数 1 2】

$$\begin{aligned} G(X, Y) &= \tilde{G}\left(\left[\tilde{X} + \frac{1}{2}\right], \left[\tilde{Y} + \frac{1}{2}\right]\right) \\ &= \tilde{G}\left(\left[\frac{x^P z^K - x^K z^P}{z^K - z^P} + \frac{1}{2}\right], \left[\frac{y^P z^K - y^K z^P}{z^K - z^P} + \frac{1}{2}\right]\right) \end{aligned} \quad (13)$$

但し、 $\tilde{G}(\hat{X}, \hat{Y})$ は補正前画像の 2 次元座標 (\hat{X}, \hat{Y}) を持つ画素の濃度値を表す。

$[x]$ はガウス記号で、 x を超えない最大の整数を表す。

【0 0 6 4】

但し、(13) 式において、カメラ中心から点 P を通る直線と xy 基準面との交点の 2 次元座標は、実数なので少数部分を丸めるために四捨五入をしている。

以上に説明した本発明第 1 の実施例に従って処理した中折り沈み歪み OHR 画像の補正結果を図 8 に示す。図 8 は、図 19 を補正したものである。このように、本発明第 1 の実施例によれば、中折り沈み歪み OHR 画像を良好に補正することができる。

【0 0 6 5】

図 9 は本発明第 2 の実施例を示す図である。図 9 に示す歪み補正方式は、中央部に折り目のある帳票に発生する歪みのうち、中折り浮き歪みを補正する補正方式である。中折り浮き歪み OHR 画像は図 20 に示したように、帳票の上輪郭及び下輪郭は台などの基準面に接しているが、第 1 の実施例で対象とした中折り沈み歪みとは異なり、中央部の中折り輪郭は基準面から浮いている。尚、帳票の置き方によっては、左輪郭、右輪郭、中折り輪郭が線分として認識される場合があ

るが、これは画像を90度回転すれば上述したものと同様になる。従って、以下、上輪郭、中折り輪郭、下輪郭が線分として認識できる場合を例に中折り浮き歪みを補正する第2の実施例についてより詳細に説明する。

【0066】

図9において、矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、輪郭抽出手段901が紙の輪郭を抽出し、中折り浮き曲面推定手段902が中折り浮き帳票の輪郭の歪みを手がかりに3次元曲面モデルを推定し、歪み補正手段903が紙の3次元曲面モデルに基づいて歪みを補正した画像を出力する。

【0067】

輪郭抽出手段901は、第1の実施例で説明した輪郭抽出手段201とほぼ同様に、エッジ抽出のあと、エッジ抽出された輪郭候補画素に対して線形フィルタとの積和を求めて、求めた積和値から輪郭画素を決定する。また、2次元輪郭線、2次元輪郭頂点、2次元サンプル輪郭点を抽出する。

【0068】

この際、中折り輪郭（帳票中央部）の左右の頂点を抽出するには中折り沈み帳票の場合とは異なり、矩形から最も離れた左右の輪郭点を中折り浮き輪郭頂点として抽出する。

【0069】

輪郭抽出手段901は、図10に示すような2次元座標に基づく2次元輪郭線、2次元サンプル輪郭点、2次元輪郭頂点を抽出する。以下、2次元座標に基づく各点、線分、輪郭線などの表現等は図10に従うとする。

【0070】

次に、中折り浮き曲面推定手段902について説明する。中折り浮き曲面推定手段902では、上輪郭／下輪郭が基準面からの高さ0、中央部の中折り輪郭の高さが未知である中折り浮き帳票に対して、中央部の中折り輪郭の頂点の高さに相当する量を2次元のモデルパラメータとする。そして、モデルパラメータを用いて3次元輪郭長が上下／左右それぞれ等しいという制約を付したエネルギー関数を表現する。このエネルギー関数を最小化する最適化問題として、最適なモデルパラメータを反復法などの方法により求める。求めたモデルパラメータから、

各 3 次元サンプル輪郭点の座標を求め、3 次元曲面モデルを推定する。以下、モデルパラメータを求める手法について述べる。

【0071】

尚、中折り浮き曲面は、中折り輪郭（帳票中央部）を境に上下 2 つの曲面に分割できるので、上部の曲面に限定して中折り浮き曲面推定手段 902 における処理を詳細に説明する。

【0072】

図 11 に、カメラ中心と 2 次元輪郭及び 3 次元輪郭の位置関係を示す。図 11 における各記号の意味は外 1 と同じである。透視変換により 2 次元サンプル輪郭点と関係付けられた 3 次元輪郭線上の点を 3 次元サンプル輪郭点と呼ぶ。カメラ中心及び 3 次元サンプル輪郭点の座標を図 11 のように表現することにする。

【0073】

左輪郭線について、3 次元サンプル輪郭点がカメラ中心 K と 2 次元サンプル輪郭点を結ぶ線分を内分する点であるとした場合、(14) 式が成り立つ。

【0074】

【数 13】

3 次元サンプル輪郭点: $\mathbf{x}_i^L = (x_i^L, y_i^L, z_i^L)$

カメラ中心 K: (x^K, y^K, z^K)

2 次元サンプル輪郭点: $\mathbf{X}_i^L = (X_i^L, Y_i^L)$

のとき、3 次元サンプル輪郭点 \mathbf{x}_i^L がカメラ中心 K と 2 次元サンプル輪郭点を結ぶ線分

$K\mathbf{X}_i^L$ を $(1-s_i):s_i$ に内分する点であるとして、

$$\begin{cases} x_i^L = X_i^L + (x^K - X_i^L)s_i \\ y_i^L = Y_i^L + (y^K - Y_i^L)s_i \\ z_i^L = z^K s_i \end{cases} \quad (14)$$

【0075】

また、右輪郭線について 3 次元サンプル輪郭点がカメラ中心 K と 2 次元サンプル輪郭点を結ぶ線分を内分する点であるとした場合、(15) 式が成り立つ。

【 0 0 7 6 】

【数 1 4】

3次元サンプル輪郭点: $\mathbf{x}_j^R = (x_j^R, y_j^R, z_j^R)$ カメラ中心 K: (x^K, y^K, z^K) 2次元サンプル輪郭点: $\mathbf{X}_j^R = (X_j^R, Y_j^R)$

のとき、3次元サンプル輪郭点 \mathbf{x}_j^R がカメラ中心 K と 2次元サンプル輪郭点を結ぶ線分

$K\mathbf{X}_j^R$ を $(1-t_j):t_j$ に内分する点であるとして、

$$\begin{cases} x_j^R = X_j^R + (x^K - X_j^R)t_j \\ y_j^R = Y_j^R + (y^K - Y_j^R)t_j \\ z_j^R = z^K t_j \end{cases} \quad (15)$$

【 0 0 7 7 】

中折り浮き輪郭の 3 次元左頂点 c の座標は (16) 式、3 次元右頂点 d の座標は (17) 式で表せる。この二つの点の内分比がそれぞれ決まると、各 3 次元サンプル輪郭点は、カメラ中心 K と 2 次元サンプル輪郭点を結ぶ線分上にあり、かつ線分 A c あるいは線分 B d を含み x y 平面に垂直な平面上にある、という条件から、各 3 次元サンプル輪郭点の座標が求まることになる。

【 0 0 7 8 】

【数 1 5】

$$\mathbf{x}_n^L = (x_n^L, y_n^L, z_n^L) \quad (16)$$

$$\mathbf{x}_n^R = (x_n^R, y_n^R, z_n^R) \quad (17)$$

【 0 0 7 9 】

従って、3 次元左頂点 c、3 次元右頂点 d の内分比が帳票曲面の 3 次元モデルの 2 次元モデルパラメータであると考えることができる。

左輪郭線について、上記の 3 次元サンプル輪郭点の満たすべき条件から、対応する内分比をモデルパラメータを用いて (18) 式のように求めることができる。

【 0 0 8 0 】

【数 1 6】

3次元サンプル輪郭点の内分比： s_i モデルパラメータ（3次元左頂点の内分比）： s_m のとき、

$$s_i = \frac{\alpha_i^L s_m + \beta_i^L}{\chi_i^L s_m + \delta_i^L} \quad (18)$$

但し、 $\alpha_i^L, \beta_i^L, \chi_i^L, \delta_i^L$ は次式で求められる量である。

$$\alpha_i^L = (x^K - X_m^L)(Y_0^L - Y_i^L) - (X_0^L - X_i^L)(y^K - Y_m^L)$$

$$\beta_i^L = (Y_0^L - Y_i^L)X_m^L - (X_0^L - X_i^L)Y_m^L + (X_0^L Y_i^L - X_i^L Y_0^L)$$

$$\chi_i^L = (x^K - X_m^L)(y^K - Y_i^L) - (x^K - X_i^L)(y^K - Y_m^L)$$

$$\delta_i^L = (x^K - X_i^L)(Y_0^L - Y_m^L) - (y^K - Y_i^L)(X_0^L - X_m^L)$$

【0 0 8 1】

同様に、右輪郭線についても3次元サンプル輪郭点の満たすべき条件から対応する内分比をモデルパラメータを用いて(19)式のように求めることができる。

【0 0 8 2】

【数 1 7】

3次元サンプル輪郭点の内分比： t_j モデルパラメータ（3次元左頂点の内分比）： t_m のとき、

$$t_j = \frac{\alpha_j^R t_m + \beta_j^R}{\chi_j^R t_m + \delta_j^R} \quad (19)$$

但し、 $\alpha_j^R, \beta_j^R, \chi_j^R, \delta_j^R$ は次式で求められる量である。

$$\alpha_j^R = (x^K - X_m^R)(Y_0^R - Y_j^R) - (X_0^R - X_j^R)(y^K - Y_m^R)$$

$$\beta_j^R = (Y_0^R - Y_j^R)X_m^R - (X_0^R - X_j^R)Y_m^R + (X_0^R Y_j^R - X_j^R Y_0^R)$$

$$\chi_j^R = (x^K - X_m^R)(y^K - Y_j^R) - (x^K - X_j^R)(y^K - Y_m^R)$$

$$\delta_j^R = (x^K - X_j^R)(Y_0^R - Y_m^R) - (y^K - Y_j^R)(X_0^R - X_m^R)$$

【 0 0 8 3 】

3次元輪郭線が上下／左右それぞれで等しいという制約を表現したエネルギー関数Eを最小化する最適化問題として定式化し、以下に述べるように最適なモデルパラメータを例えば反復法により求める。

【 0 0 8 4 】

エネルギー関数Eは、上輪郭線ABと中折り浮き輪郭線cdの長さの差の自乗と左輪郭線Acと右輪郭線Bdの長さの差の自乗の線形和で定義する。帳票曲面のモデルパラメータである内分比により、エネルギー関数Eの値は一意に決まる。従って、エネルギー関数Eは(20)式のようになる。

【 0 0 8 5 】

【数18】

$$E(s_m, t_n) = k_1 E_1 + k_2 E_2 = k_1 (AB - cd)^2 + k_2 (Ac - Bd)^2 \quad (20)$$

但し、 k_1, k_2 は定数。(例えば、 $k_1 = 1, k_2 = 1$)

【 0 0 8 6 】

上輪郭線(線分AB)及び中折り浮き輪郭線(線分cd)は線分であるから、(21)式、(22)式のように3次元頂点座標から長さを求めることができる。

【 0 0 8 7 】

【数19】

$$AB = \sqrt{(X_0^L - X_0^R)^2 + (Y_0^L - Y_0^R)^2} \quad (21)$$

$$cd = \sqrt{(x_m^L - x_n^R)^2 + (y_m^L - y_n^R)^2 + (z_m^L - z_n^R)^2} \quad (22)$$

【 0 0 8 8 】

一方、左輪郭線Ac及び右輪郭線Bdの長さは3次元サンプル輪郭点を結ぶ線分の長さの和で近似することとする。すなわち、(23)式、(24)式のようになる。

【 0 0 8 9 】

【数 20】

$$Ac = \sum_{i=0}^{N-1} \| \mathbf{x}_{i+1}^L - \mathbf{x}_i^L \| = \sum_{i=0}^{N-1} \sqrt{(x_{i+1}^L - x_i^L)^2 + (y_{i+1}^L - y_i^L)^2 + (z_{i+1}^L - z_i^L)^2} \quad (23)$$

$$Bd = \sum_{j=0}^{N-1} \| \mathbf{x}_{j+1}^R - \mathbf{x}_j^R \| = \sum_{j=0}^{N-1} \sqrt{(x_{j+1}^R - x_j^R)^2 + (y_{j+1}^R - y_j^R)^2 + (z_{j+1}^R - z_j^R)^2} \quad (24)$$

【0090】

エネルギー関数 E を最小にするモデルパラメータを、最急降下法により求める。すなわち、初期値を適当に設定し、(25) 式によりモデルパラメータを繰り返し変化させる。ε は微小な正の数である。

【0091】

【数 21】

$$\begin{pmatrix} s_m^{NEW} \\ t_n^{NEW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_m^{OLD} \\ t_n^{OLD} \end{pmatrix} - \varepsilon \begin{pmatrix} \frac{\partial E}{\partial s_m} \\ \frac{\partial E}{\partial t_n} \end{pmatrix} \quad (25)$$

【0092】

(20) 式のエネルギー関数の定義を用いて展開すると、(26) 式、(27) 式のようになる。

【0093】

【数 22】

$$\frac{\partial E}{\partial s_m} = k_1 \frac{\partial E_1}{\partial s_m} + k_2 \frac{\partial E_2}{\partial s_m} \quad (26)$$

$$\frac{\partial E}{\partial t_n} = k_1 \frac{\partial E_1}{\partial t_n} + k_2 \frac{\partial E_2}{\partial t_n} \quad (27)$$

但し、各項は次式のとおりである。

$$\frac{\partial E_1}{\partial s_m} = 2(cd - AB) \cdot \frac{1}{cd} \cdot [(x_m^L - x_m^R)(x^R - x_m^L) + (y_m^L - y_m^R)(y^R - y_m^L) + (z_m^L - z_m^R)z^R]$$

$$\frac{\partial E_1}{\partial t_n} = -2(cd - AB) \cdot \frac{1}{cd} \cdot [(x_m^L - x_m^R)(x^R - x_m^L) + (y_m^L - y_m^R)(y^R - y_m^L) + (z_m^L - z_m^R)z^R]$$

$$\frac{\partial E_2}{\partial s_m} = 2(Ac - Bd) \sum_{i=0}^{m-1} \frac{(x_{i+1}^L - x_i^L)}{\|x_{i+1}^L - x_i^L\|} \cdot \begin{pmatrix} (x^R - X_{i+1}^L) \frac{ds_{i+1}}{ds_m} - (x^R - X_i^L) \frac{ds_i}{ds_m} \\ (y^R - Y_{i+1}^L) \frac{ds_{i+1}}{ds_m} - (y^R - Y_i^L) \frac{ds_i}{ds_m} \\ z^R \frac{ds_{i+1}}{ds_m} - z^R \frac{ds_i}{ds_m} \end{pmatrix}$$

$$\frac{ds_i}{ds_m} = \frac{\alpha_i^L \delta_i^L - \beta_i^L \chi_i^L}{(\chi_i^L s_m + \delta_i^L)^2} \quad (i = 0, \dots, m-1), \quad \frac{ds_m}{ds_m} = 1 \quad (i = m)$$

$$\frac{\partial E_2}{\partial t_n} = 2(Bd - Ac) \sum_{j=0}^{n-1} \frac{(x_{j+1}^R - x_j^R)}{\|x_{j+1}^R - x_j^R\|} \cdot \begin{pmatrix} (x^R - X_{j+1}^R) \frac{dt_{j+1}}{dt_n} - (x^R - X_j^R) \frac{dt_j}{dt_n} \\ (y^R - Y_{j+1}^R) \frac{dt_{j+1}}{dt_n} - (y^R - Y_j^R) \frac{dt_j}{dt_n} \\ z^R \frac{dt_{j+1}}{dt_n} - z^R \frac{dt_j}{dt_n} \end{pmatrix}$$

$$\frac{dt_j}{dt_n} = \frac{\alpha_j^R \delta_j^R - \beta_j^R \chi_j^R}{(\chi_j^R t_n + \delta_j^R)^2} \quad (j = 0, \dots, n-1), \quad \frac{dt_n}{dt_n} = 1 \quad (j = n)$$

【0094】

以上により、モデルパラメータが求められ、各3次元サンプル輪郭点の座標を求めることができる。そして、中折り浮き曲面推定手段902は、求めた各3次元サンプル輪郭点を線分をつないだ折線を輪郭線とし、輪郭線の線形補間近似により得た曲面を歪んだ帳票曲面の3次元曲面モデルとして推定する。線形補間近似としては、中折り沈み曲面推定手段202と同様に線形Cons補間などの補間手法を用いる。

【0095】

尚、エネルギー関数Eについて、中折り浮き曲面上部についてのエネルギー関

数Eを定式化した、曲面上部・下部の全体でエネルギー関数Eを定式化することもできる。曲面全体に対して定式化したエネルギー関数Eは、中折り浮き曲面モデルが図12に示すように表せるとして、(28)式のように表現される。

【0096】

【数23】

$$E(s_+, t_+) = k_1 E_1 + k_2 E_2 + k_3 E_3 + k_4 E_4 - k_1 (AB - cd)^2 + k_2 (Ac - Bd)^2 + k_3 (EF - cd)^2 + k_4 (cE - dF)^2 \quad (28)$$

但し、 k_1, k_2, k_3, k_4 は定数。

【0097】

この場合、曲面全体に対して最適化問題を解くことになるので、曲面上部と下部に分けてモデルパラメータを求めた場合よりも精度が上がることになる。

次に、歪み補正手段903についてであるが、歪み補正手段903は、第1の実施例における歪み補正手段203と同じである。すなわち、歪み補正手段903は、補正後画像の各画素に対応した入力画像中の位置を、輪郭線を座標軸とする曲線座標系を用いて求め、入力画像中の対応画素の値（二値、階調、カラー）を補正後画像の対象画素値として設定することにより、上下輪郭の長さを幅、左右輪郭の長さを高さとする補正後画像を得る。詳細については、第1の実施例の説明を参照とする。

【0098】

本発明第2の実施例に従って処理した中折り浮き歪みOHR画像の補正結果を図13に示す。図13は、図20を補正したものである。このように、本発明第2の実施例によれば、中折り浮き歪みOHR画像を良好に補正することができる。

【0099】

以上のように、帳票のOHR画像における中折り沈み／浮き歪みの補正方式について詳細に説明したが、この方式はこれらの場合に限定されるものではない。すなわち、帳票のOHR画像における線織面歪みについても同様の方式を適用できる。尚、線織面とは紙を歪めた場合にできる曲面の一般的な呼び方である。

【0100】

例えば、線織面歪みの一例として、帳票のOHR画像に周辺浮き歪み（図21）が生じている場合、3次元輪郭が全て曲線となる。従って、中折り浮き歪みの場合に2つのモデルパラメータを求めたが（本発明第2の実施例）、より多くのモデルパラメータ（例えば10～20個）を設定し、上下／左右の輪郭の長さが等しいというエネルギー関数を定式化し、最適化問題を解くようにすればよい。そして、求めたモデルパラメータから3次元曲面モデルを推定し、推定した曲面モデルに基づいて入力画像における歪みを補正して出力する。同様に、周辺沈み歪み（図22）、冊子歪み（図23）についても、より多くのモデルパラメータを設定することで3次元曲面モデルを推定し、歪み補正を行うことができる。

【0101】

また、上記各実施例の説明では、図1に示した本発明の原理構成に従って、輪郭抽出手段101で輪郭を抽出し、曲面推定手段102で輪郭の歪みを手がかりに3次元モデルを推定し、歪み補正手段103が推定した3次元曲面モデルに基づいて歪みを補正した画像を出力する方式について述べた。しかしながら、図14に示すように、曲面を推定せずに、輪郭抽出手段1401で抽出された輪郭の歪みを手がかりに歪み補正手段1402が歪みを補正した画像を出力するように構成することもできる。

【0102】

輪郭抽出手段1401は、輪郭抽出手段101と同様な処理を行うが、この場合の歪み補正手段1402について、図15のような輪郭1501が得られた場合を例として説明する。まず、歪み補正手段1402では、抽出された輪郭1501の上輪郭1502、中折り輪郭1503、下輪郭1504の線分の長さに合わせて、輪郭を横方向に伸縮させる（①）。そして次に、図15に示す点線で囲んだ各部分の曲線部（1505-1～1505-8）を直線で近似して、その直線の傾きを求め、その傾きから縦方向の縮み具合を求める。求められた縮み具合に基づいて、前記横方向に伸縮させた輪郭を更に縦方向に伸縮する（②）。このように、3次元曲面モデルを推定せずに、2次元のデータ処理だけで歪みを補正するように構成することも可能である。

【0103】

ところで、本発明の歪み補正方式は、図16に示すような情報処理装置（コンピュータ）を用いて実行することができる。図16の情報処理装置は、CPU（中央処理装置）1601、メモリ1602、入力装置1603、出力装置1604、外部記憶装置1605、媒体駆動装置1606、及びネットワーク接続装置1607を備え、それらはバス1608により互いに接続されている。

【0104】

メモリ1602は、例えばROM(read only memory)、RAM(random access memory)等を含み、処理に用いられるプログラムとデータを格納する。CPU1601は、メモリ1602を利用してプログラムを実行することにより、必要な処理を行う。つまり、本発明の輪郭抽出手段101、曲面推定手段102、歪み補正手段103はメモリ1602に格納されたプログラムで実現される。

【0105】

帳票等の画像データは、OHR等の入力装置1603を介して情報処理装置に取り込まれる。また、出力装置1604は例えばディスプレイ、プリンタ等であり、処理結果の出力等に用いられる。

【0106】

外部記憶装置1605は、例えば磁気ディスク装置、光ディスク装置、光磁気ディスク装置などである。情報処理装置はこの外部記憶装置1605に、上述のプログラムとデータを保存しておき、必要に応じて、それらをメモリ1602にロードして使用することができる。

【0107】

媒体駆動装置1606は、可搬型記録媒体1609を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬型記録媒体1609としては、メモリカード、フロッピーディスク、CD-ROM(compact disk read only memory)、光ディスク、光磁気ディスク等、任意のコンピュータ読み取り可能な記録媒体が用いられる。この可搬記録媒体1609に上述のプログラムとデータを格納しておき、必要に応じてそれらをメモリ1602にロードして使用することができる。

【0108】

ネットワーク接続装置 1 6 0 7 は、LAN (local area network) 等の任意のネットワーク (回線) を介して外部の装置と通信し、通信に伴うデータ変換を行う。情報処理装置は、必要に応じて、ネットワーク接続装置 1 6 0 7 を介して上述のプログラムとデータを外部の装置から受け取り、それらをメモリ 1 6 0 2 にロードして使用することができる。なお、図 1 6 は情報処理装置単体で示してあるが、複数のコンピュータからなる処理装置やネットワークを介した複数の処理装置でも実現が可能である。

【0 1 0 9】

また、図 1 7 は、本発明に係わる情報処理装置で実行されるソフトウェアプログラム等の提供方法を説明する図である。プログラム等は例えば以下の (a) ~ (c) の 3 つの方法の中の任意の方法により提供される。

【0 1 1 0】

(a) コンピュータ等の情報処理装置 1 7 0 1 にインストールされて提供される。この場合、プログラム等は例えば出荷前にプレインストールされる。

(b) 可搬型記録媒体 1 6 0 9 に格納されて提供される。この場合、可搬型記憶媒体 1 6 0 9 に格納されているプログラム等は、コンピュータ等の情報処理装置 1 7 0 1 の外部記憶装置 1 6 0 5 にインストールされる。

【0 1 1 1】

(c) ネットワーク 1 7 0 2 上のサーバから提供される。この場合、基本的には、コンピュータなどの情報処理装置 1 7 0 1 がサーバ 1 7 0 3 に格納されているプログラム等をダウンロードすることによって、そのプログラム等を取得する。

【0 1 1 2】

(付記 1) 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙に付与された規則正しい図形を抽出する輪郭抽出手段と、

前記規則正しい図形の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定する曲面推定手段と、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【 0 1 1 3 】

（付記 2）矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙の輪郭、あるいは紙に書かれている水平線及び垂直線、あるいは紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列を抽出する輪郭抽出手段と、

前記輪郭の歪み、あるいは前記紙書かれている水平線及び垂直線の交差の歪み、あるいは前記紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列の交差の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定する曲面推定手段と、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【 0 1 1 4 】

（付記 3）矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出する輪郭抽出手段と、

前記輪郭の歪みを手がかりに歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【 0 1 1 5 】

（付記 4）矩形状の紙の輪郭情報を取得し、前記輪郭情報から得られる輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定する曲面推定手段と、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【 0 1 1 6 】

（付記 5）矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出する輪郭抽出手段と、

前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定する曲面推定手段と、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出

力する歪み補正手段と、

を備えることを特徴とする歪み補正装置。

【0117】

(付記6) 前記入力画像及び出力画像が白黒二値画像または階調画像またはカラー画像であることを特徴とする、付記5記載の歪み補正装置。

(付記7) 前記輪郭抽出手段は、前記入力画像に対してエッジ抽出を行って得た輪郭画素候補のうち、水平あるいは垂直方向に対象画素を挟んで前記紙の外部領域の階調あるいはカラーを持つ画素の列の並びと前記紙の内部領域の階調あるいはカラーを持つ画素の列の並びが存在する度合いを表す輪郭らしさを評価し、前記輪郭らしさが強い輪郭画素候補を輪郭画素とすることを特徴とする、付記5記載の歪み補正装置。

【0118】

(付記8) 前記輪郭抽出手段は、前記輪郭らしさとして、前記輪郭画素候補を挟んで水平あるいは垂直方向に、前記輪郭画素候補の近傍から任意に抽出された画素の値と適切に設定した固定値ベクトルとの積和演算を行って得た量を用いることを特徴とする、付記7記載の歪み補正装置。

【0119】

(付記9) 前記輪郭抽出手段は、前記輪郭らしさとして、前記輪郭画素候補を挟んで水平あるいは垂直方向に、 k を正または負の定数として、水平方向の場合は値0を中心とする左右対称のマスク、 $k, k, k, \dots, k, 0, -k, \dots, -k, -k, -k$ 、垂直方向の場合は値0を中心とする上下対称のマスク、 $k, k, k, \dots, k, 0, -k, \dots, -k, -k, -k$ により、積和演算を行って得た量を用いることを特徴とする、付記8記載の歪み補正装置。

【0120】

(付記10) 前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、中折り沈み歪みをモデル化した中折り沈み歪み3次元曲面モデルを用いることを特徴とする、付記5記載の歪み補正装置。

【0121】

(付記11) 前記曲面推定手段は、前記3次元曲面モデルとして、中折り浮き

歪みをモデル化した中折り浮き歪み 3 次元曲面モデルを用いることを特徴とする、付記 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 2 】

(付記 1 2) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元曲面モデルとして、周辺浮き歪みをモデル化した周辺浮き歪み 3 次元曲面モデルを用いることを特徴とする、付記 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 3 】

(付記 1 3) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元曲面モデルとして、前記紙の 3 次元輪郭をモデル化して得られる 3 次元輪郭モデルに線形Coons 補間などの補間手法を施して得られる曲面を用いることを特徴とする、付記 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 4 】

(付記 1 4) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元輪郭モデルとして、3 次元輪郭上の点を離散的に 3 次元サンプル点として取り、3 次元サンプル点の高さあるいはそれに対応した量をモデルパラメータとすることを特徴とする、付記 1 3 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 5 】

(付記 1 5) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元輪郭モデルとして、スプライン曲線またはベジエ曲線などのパラメータ付き曲線モデルを用いることを特徴とする、付記 1 3 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 6 】

(付記 1 6) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元輪郭モデルとして、3 次元輪郭の端点 2 点の高さ、あるいはそれに対応した量をモデルパラメータとして、3 次元輪郭上の点は端点 2 点を結んだ 3 次元線分を含む垂直平面上に存在するとして位置を制約することを特徴とする、付記 1 3 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 7 】

(付記 1 7) 前記曲面推定手段は、前記 3 次元輪郭モデルとして、3 次元線分を用いることがあることを特徴とする付記 1 3 記載の歪み補正装置。

(付記 1 8) 前記曲面推定手段は、抽出された輪郭を手がかりに、透視変換を

用いて 3 次元輪郭を推定することにより、3 次元曲面を推定することを特徴とする、付記 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 8 】

(付記 1 9) 前記曲面推定手段は、左右あるいは上下で対となっている 3 次元輪郭の長さが等しいという制約をエネルギー関数を用いて表現し、エネルギー最小となる前記 3 次元曲面モデルのパラメータを求める最適化問題を解いて 3 次元曲面モデルを推定することを特徴とする、付記 1 1 記載の歪み補正装置。

【 0 1 2 9 】

(付記 2 0) 前記曲面推定手段は、輪郭を座標軸とする曲線座標系において、同一の X 座標あるいは Y 座標を持つ曲線がすべて同じ長さを持つという制約をエネルギー関数を用いて表現し、エネルギー最小となる 3 次元曲面モデルのパラメータを求める最適化問題を解いて 3 次元曲面モデルを推定することを特徴とする、付記 1 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 3 0 】

(付記 2 1) 前記歪み補正手段は、前記輪郭を座標軸とする曲線座標系を用いて補正後画像の各画素に対応した前記入力画像中の位置を求め、前記入力画像中の対応画素の値を補正後画像の対象画素値として設定することにより、上下輪郭の長さを幅、左右輪郭の長さを高さとする補正後画像を得ることを特徴とする付記 5 記載の歪み補正装置。

【 0 1 3 1 】

(付記 2 2) 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、
前記入力画像から前記紙に付与された規則正しい図形を抽出し、
前記規則正しい図形の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

ことを特徴とする歪み補正方法。

【 0 1 3 2 】

(付記 2 3) 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、
前記入力画像から前記紙の輪郭、あるいは紙に書かれている水平線及び垂直線

、あるいは紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列を抽出し、
前記輪郭の歪み、あるいは前記紙書かれている水平線及び垂直線の交差の歪み
、あるいは前記紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列の交差の歪みを手が
かりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出
力する、
ことを特徴とする歪み補正方法。

【 0 1 3 3 】

(付記 2 4) 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、
前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出し、
前記輪郭の歪みを補正した画像を出力画像として出力する、
ことを特徴とする歪み補正方法。

【 0 1 3 4 】

(付記 2 5) 矩形状の紙の輪郭情報を取得し、
前記輪郭情報から得られる輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデル
を推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出
力する、
ことを特徴とする歪み補正方法。

【 0 1 3 5 】

(付記 2 6) 矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、
前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出し、
前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、
前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出
力する、
ことを特徴とする歪み補正方法。

【 0 1 3 6 】

(付記 2 7) 入力された矩形状の紙を撮像した画像に含まれる紙の輪郭の歪み
を補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した

記録媒体であって、

前記入力された画像から前記紙に付与された規則正しい図形を抽出し、

前記規則正しい図形の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

。

【 0 1 3 7 】

(付記 2 8) 入力された矩形状の紙を撮像した画像に含まれる紙の輪郭の歪みを補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体であって、

前記入力された画像から前記紙の輪郭、あるいは紙に書かれている水平線及び垂直線、あるいは紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列を抽出し、

前記輪郭の歪み、あるいは前記紙書かれている水平線及び垂直線の交差の歪み、あるいは前記紙に書かれている水平文字列及び垂直文字列の交差の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

。

【 0 1 3 8 】

(付記 2 9) 入力された矩形状の紙を撮像した画像に含まれる紙の輪郭の歪みを補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体であって、

前記入力画像から前記紙の輪郭を抽出し、

前記輪郭の歪を補正した画像を出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

。

【 0 1 3 9 】

(付記 3 0) 入力された矩形状の紙の輪郭情報に含まれる紙の輪郭の歪みを補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体であって、

前記輪郭情報から得られる輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

。

【 0 1 4 0 】

(付記 3 1) 入力された矩形状の紙を撮像した画像に含まれる紙の輪郭の歪みを補正するという処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体であって、

前記入力された画像から前記紙の輪郭を抽出し、

前記輪郭の歪みを手がかりに前記紙の 3 次元曲面モデルを推定し、

前記 3 次元曲面モデルに基づいて前記歪みを補正した画像を出力画像として出力する、

という処理を含むプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

。

【 0 1 4 1 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明によれば、3 次元歪みの存在する帳票について、上から撮像した一枚の画像（OHR 画像）から取得できる 2 次元輪郭を手がかりにし、さらに紙が矩形状であるという制約を利用して 3 次元モデルを推定し、得られた 3 次元曲面モデルから画像の 3 次元歪みを補正することができる。これにより、一枚の画像から得られる 2 次元輪郭の歪みを手がかりに入力画像を補正するので、従来技術と比較してカメラが一台で済み、実現コスト及び設置スペースを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理構成を示す図である。

【図 2】

本発明第 1 の実施例の構成を示す図である。

【図 3】

輪郭抽出手段における輪郭らしさの評価方法を説明する図である。

【図 4】

輪郭線、輪郭頂点及びサンプル輪郭点を示す図である。

【図 5】

中折り沈み曲面モデル（上部）におけるカメラ中心と 2 次元輪郭及び 3 次元輪郭の位置関係を示す図である。

【図 6】

線形 C o o n s 曲面を示す図である。

【図 7】

3 次元曲面に対する曲線座標系を示す図である。

【図 8】

中折り沈み歪み補正結果を示す図である。

【図 9】

本発明第 2 の実施例の構成を示す図である。

【図 1 0】

輪郭線、輪郭頂点及びサンプル輪郭点を示す図である。

【図 1 1】

中折り浮き曲面モデル（上部）におけるカメラ中心と 2 次元輪郭及び 3 次元輪郭の位置関係を示す図である。

【図 1 2】

中折り浮き曲面モデル（全体）を示す図である。

【図 1 3】

中折り浮き歪み補正結果を示す図である。

【図 1 4】

曲面を推定せずに歪みを補正する場合の構成を示す図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示す方式を説明する図である。

【図 1 6】

情報処理装置を示す図である。

【図 1 7】

ソフトウェアプログラム等の提供方法を説明する図である。

【図 1 8】

非接触型画像入力装置（OHR）を示す図である。

【図 1 9】

中折り沈み OHR 画像の例を示す図である。

【図 2 0】

中折り浮き OHR 画像の例を示す図である。

【図 2 1】

周辺歪み（浮き）OHR 画像の例を示す図である。

【図 2 2】

周辺歪み（沈み）OHR 画像の例を示す図である。

【図 2 3】

冊子歪み OHR 画像の例を示す図である。

【符号の説明】

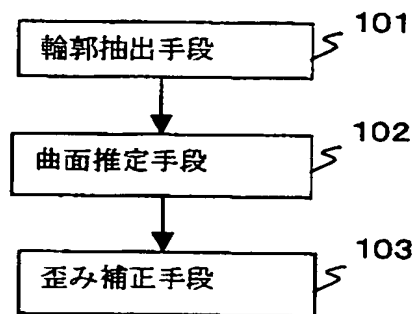
| | |
|-------|-------------|
| 1 0 1 | 輪郭抽出手段 |
| 1 0 2 | 曲面推定手段 |
| 1 0 3 | 歪み補正手段 |
| 2 0 1 | 輪郭抽出手段 |
| 2 0 2 | 中折り沈み曲面推定手段 |
| 2 0 3 | 歪み補正手段 |
| 3 0 1 | 輪郭候補画素 |
| 3 0 2 | 線形フィルタ |
| 9 0 1 | 輪郭抽出手段 |

| | |
|---------|-------------|
| 9 0 2 | 中折り浮き曲面推定手段 |
| 9 0 3 | 歪み補正手段 |
| 1 4 0 1 | 輪郭抽出手段 |
| 1 4 0 2 | 歪み補正手段 |
| 1 5 0 1 | 輪郭 |
| 1 5 0 2 | 上輪郭 |
| 1 5 0 3 | 中折り輪郭 |
| 1 5 0 4 | 下輪郭 |
| 1 5 0 5 | 輪郭の曲線部 |
| 1 6 0 1 | C P U |
| 1 6 0 2 | メモリ |
| 1 6 0 3 | 入力装置 |
| 1 6 0 4 | 出力装置 |
| 1 6 0 5 | 外部記憶装置 |
| 1 6 0 6 | 媒体駆動装置 |
| 1 6 0 7 | ネットワーク接続装置 |
| 1 6 0 8 | バス |
| 1 6 0 9 | 可搬記録媒体 |
| 1 7 0 1 | 情報処理装置 |
| 1 7 0 2 | ネットワーク |
| 1 7 0 3 | サーバ |

【書類名】 図面

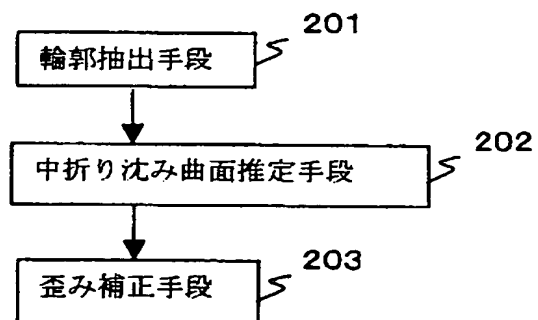
【図 1】

本発明の原理構成を示す図



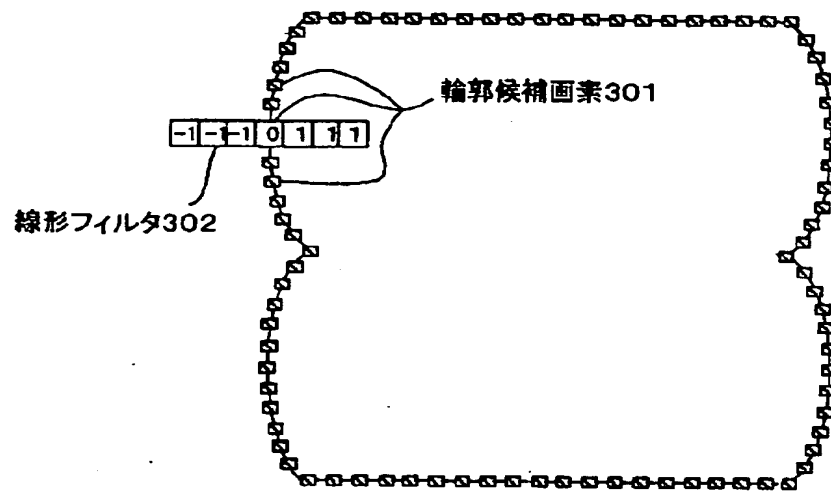
【図 2】

本発明第1の実施例の構成を示す図



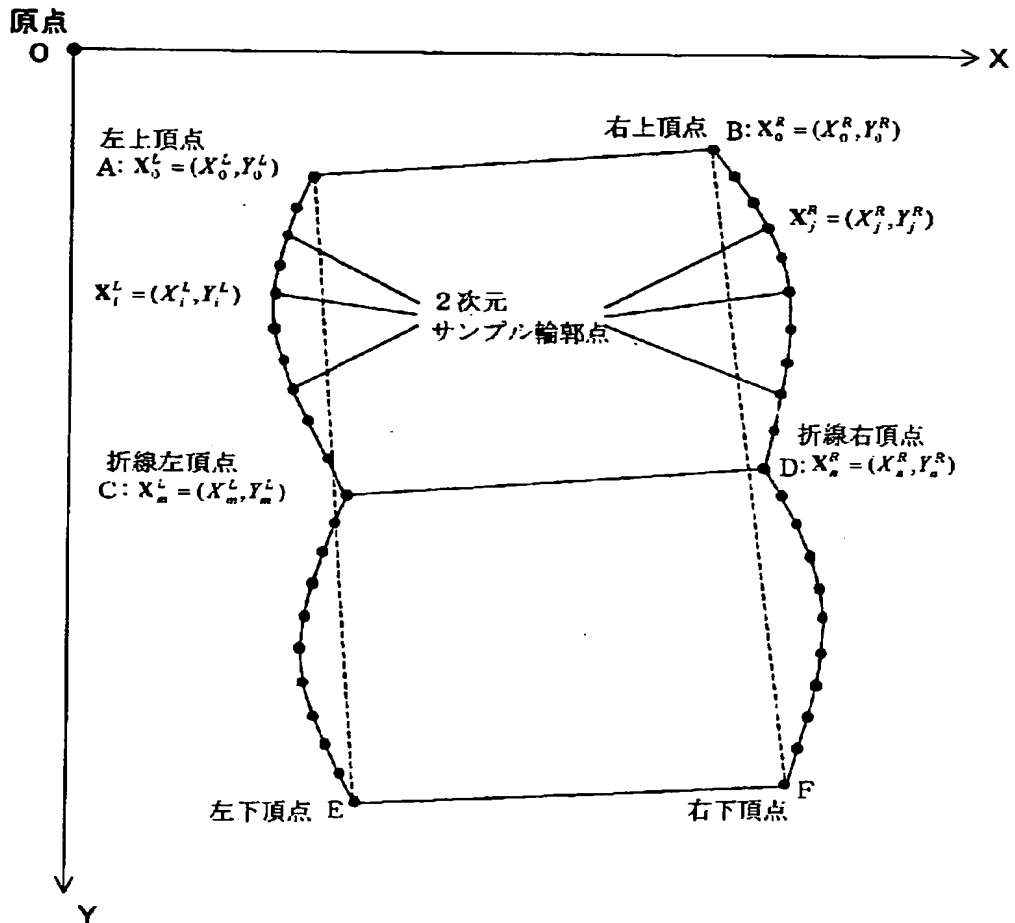
【図3】

輪郭抽出手段における輪郭らしさの評価方法を説明する図



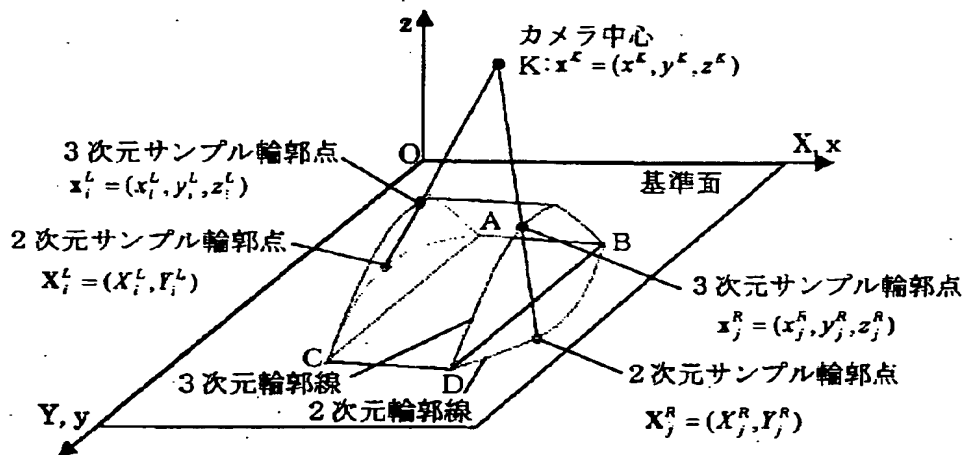
【図 4】

輪郭線、輪郭頂点及びサンプル輪郭点を示す図



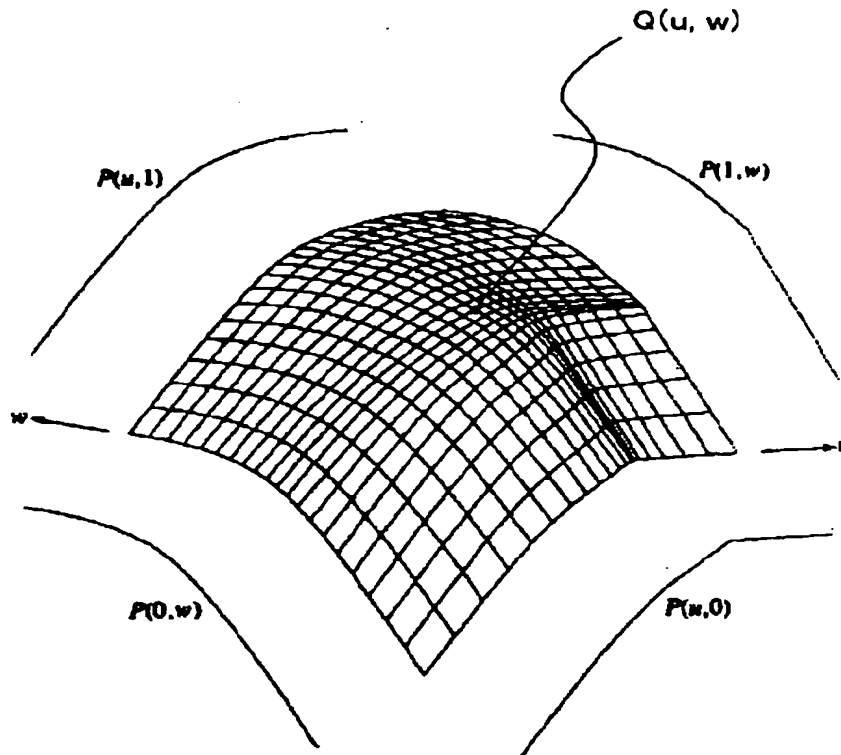
【図 5】

中折り沈み曲面モデル(上部)における
カメラ中心と2次元輪郭及び3次元輪郭の位置関係を示す図



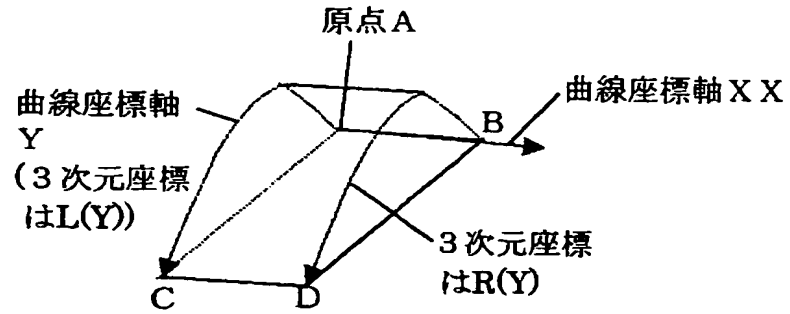
【図6】

線形 Coons 曲面を示す図



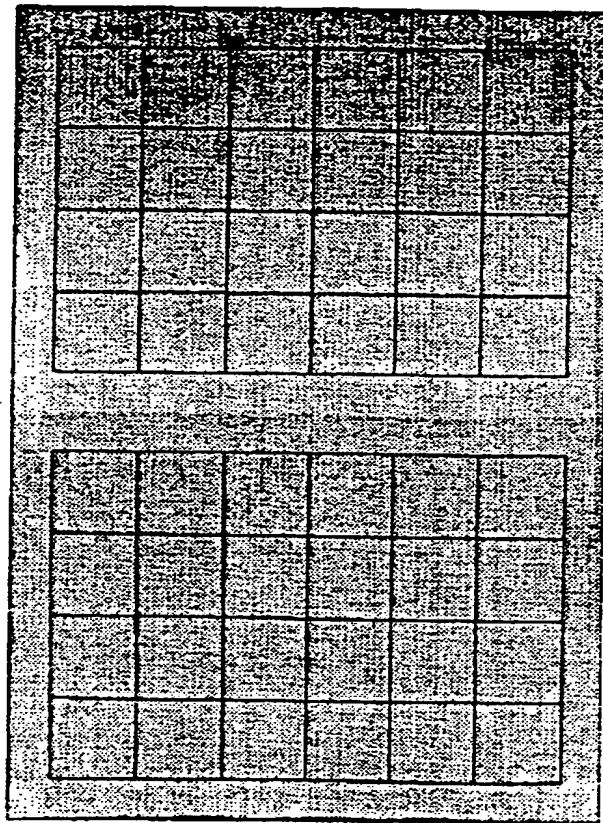
【図 7】

3次元曲面に対する曲線座標系を示す図



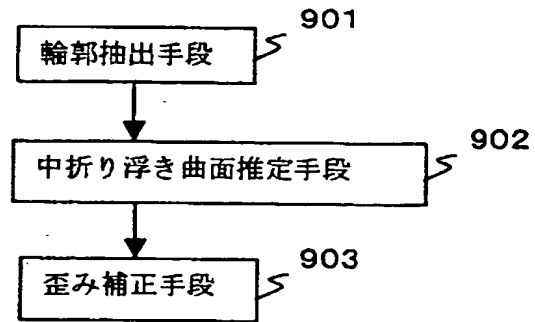
【図8】

中折り沈み歪み補正結果を示す図



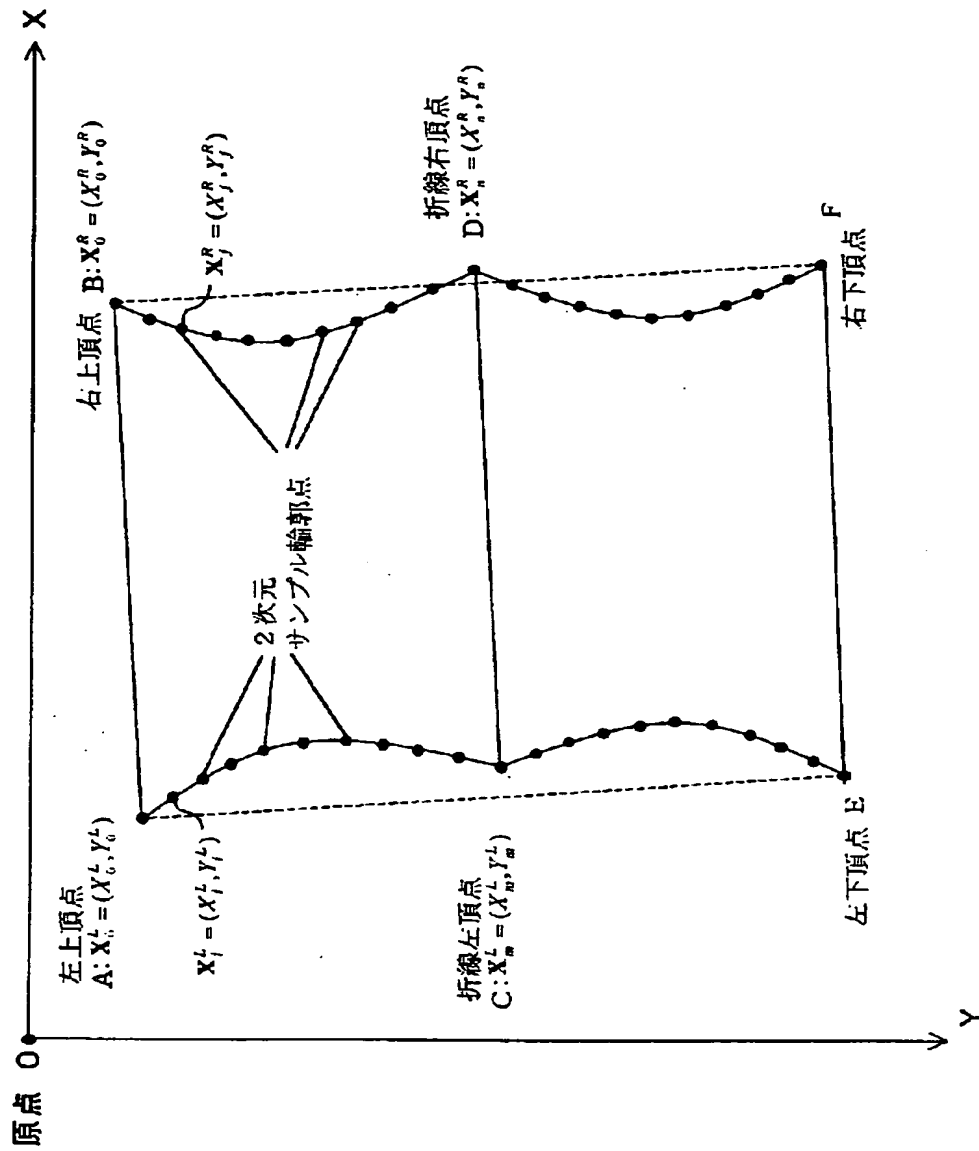
【図 9】

本発明第2の実施例の構成を示す図



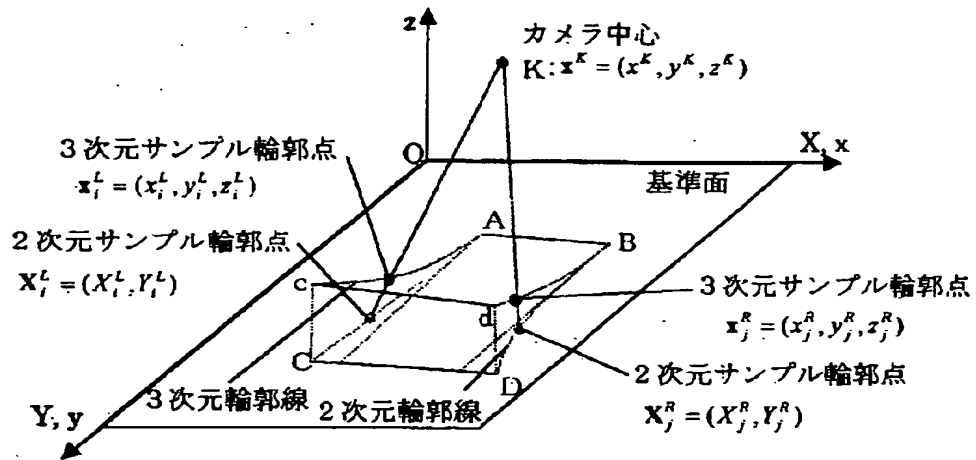
【図10】

輪郭線、輪郭頂点及びサンプル輪郭点を示す図



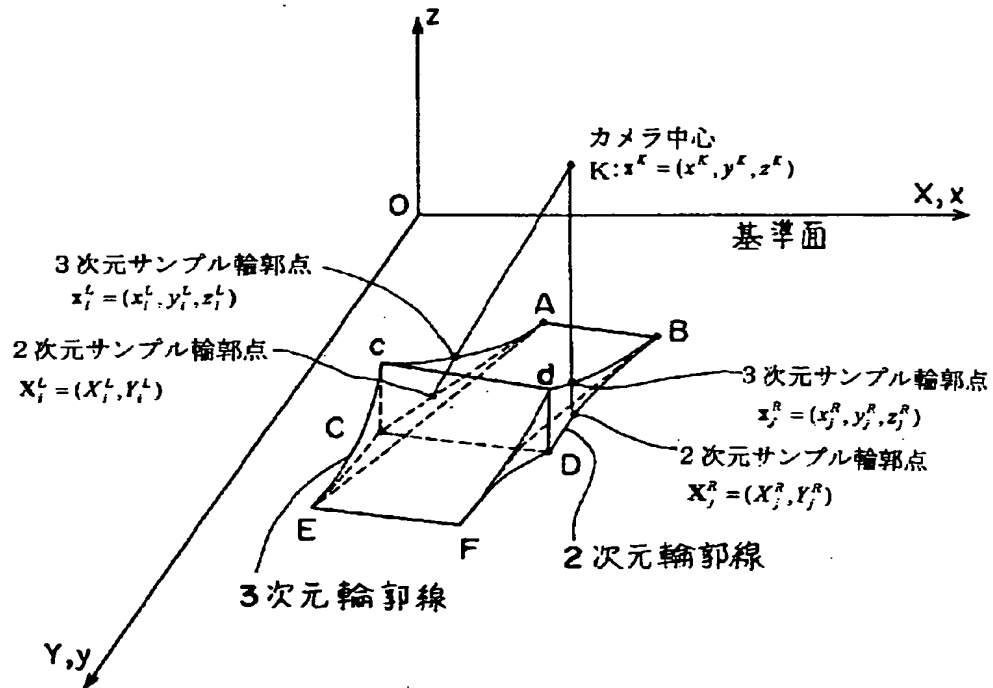
【図 11】

中折り浮き曲面モデル(上部)における
カメラ中心と2次元輪郭及び3次元輪郭の位置関係を示す図



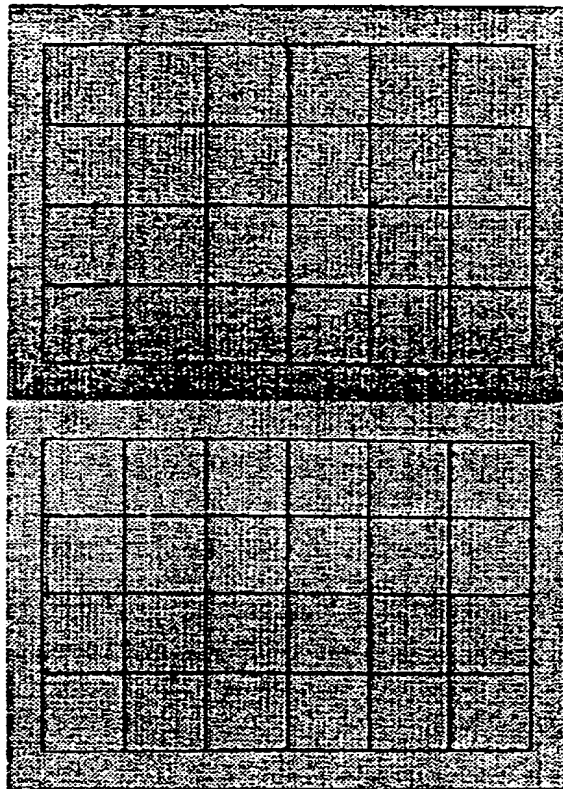
【図 12】

中折浮き曲線モデル(全体)を示す図



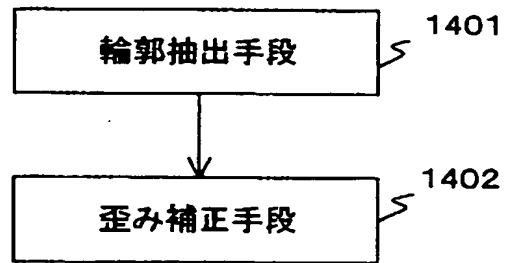
【図13】

中折り浮き歪み補正結果を示す図



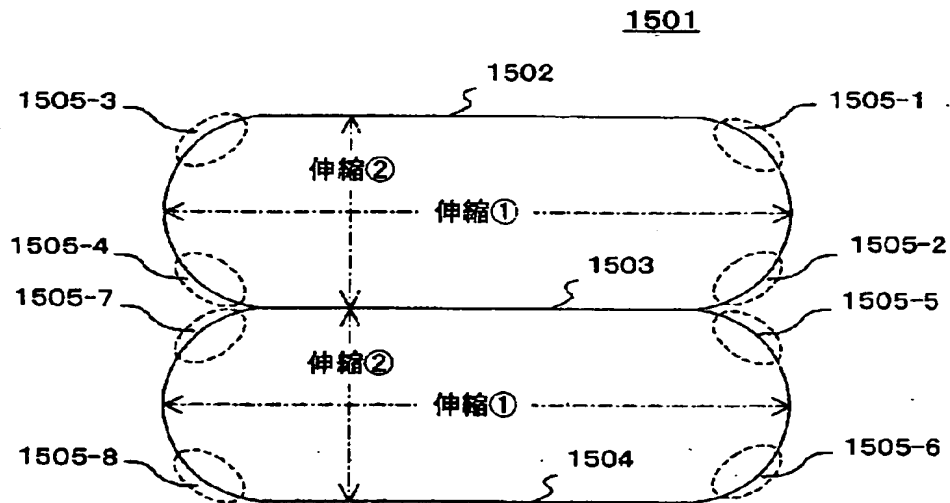
【図 1 4】

曲面を推定せずに
歪みを補正する場合の構成を示す図



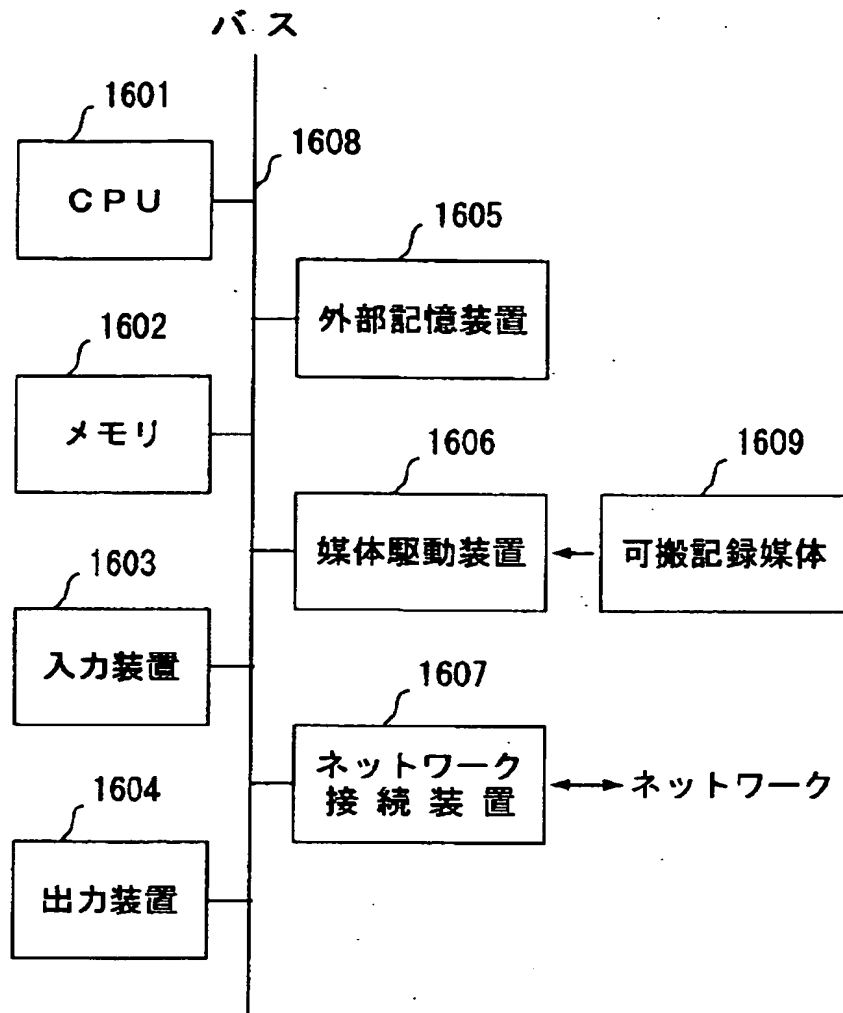
【図 1 5】

図 1 4 に示す方式を説明する図



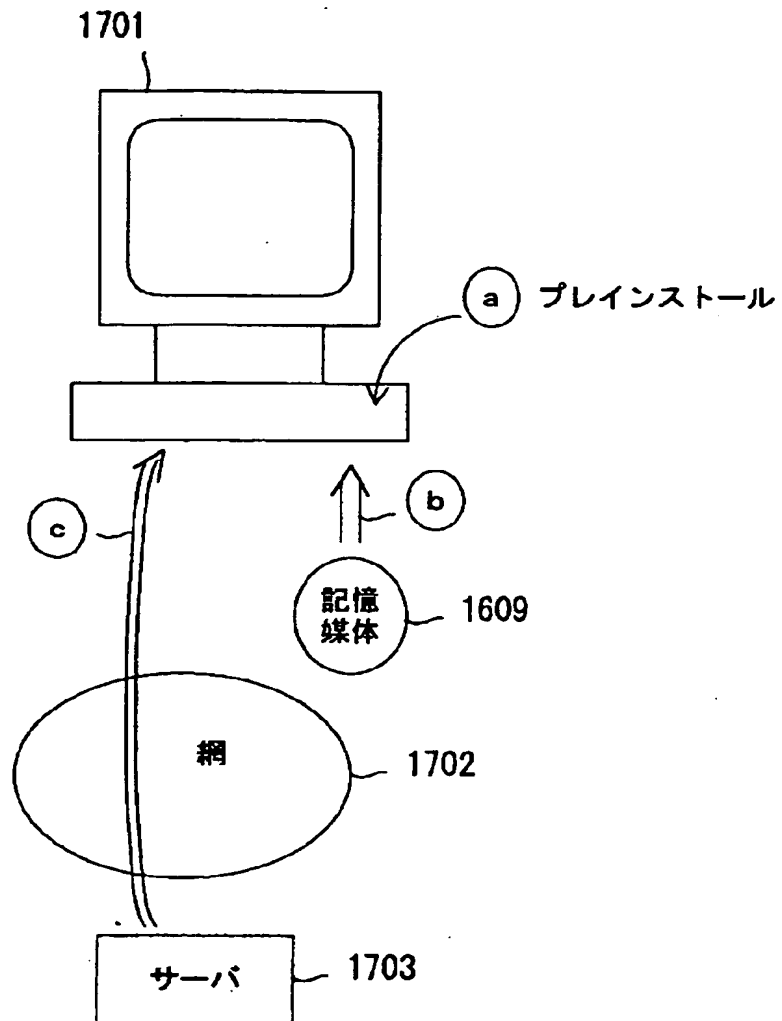
【図 1 6】

情 報 処 理 装 置 を 示 す 図



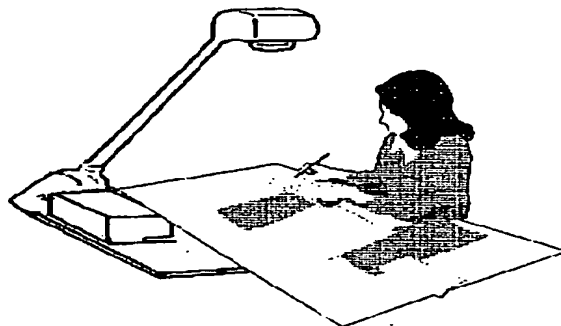
【図 1 7】

ソフトウェアプログラム等の
提供方法を説明する図



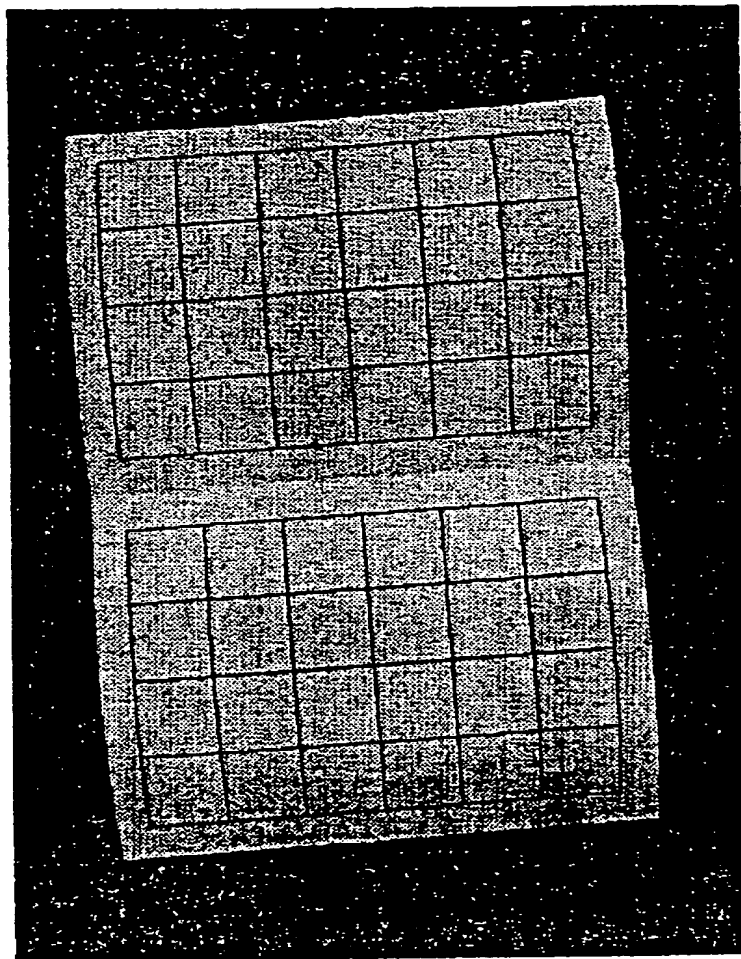
【図 1 8】

非接触型画像入力装置(OHR)を示す図



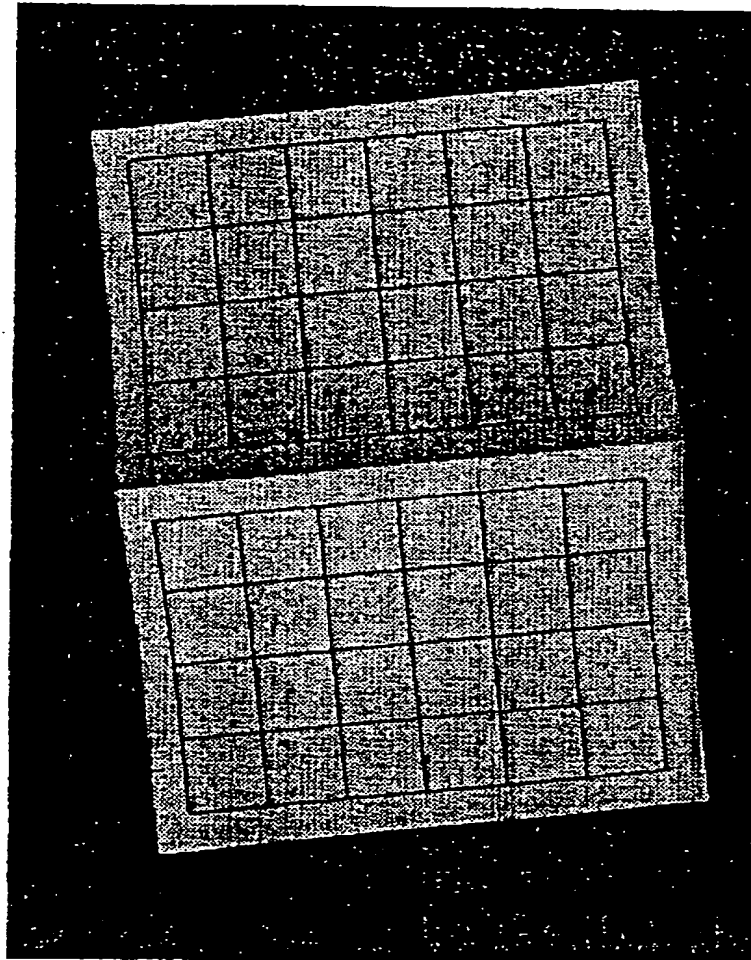
【図19】

中折り沈みOHR画像の例を示す図



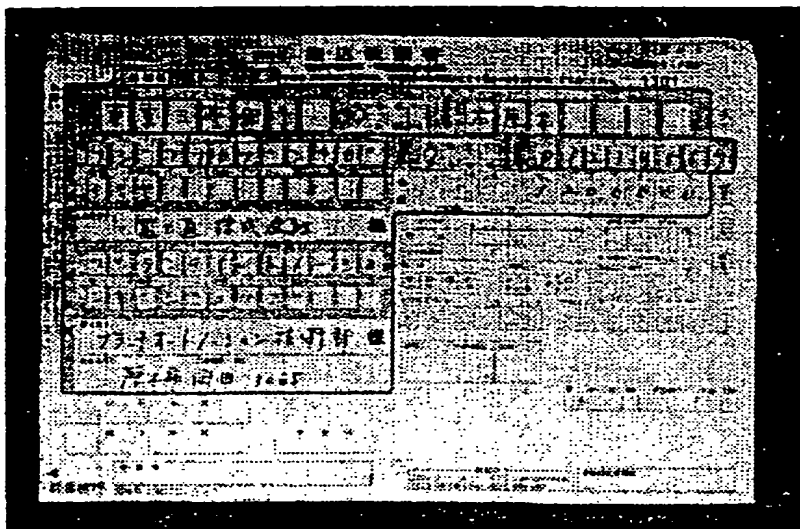
【図20】

中折り浮きOHR画像の例を示す図



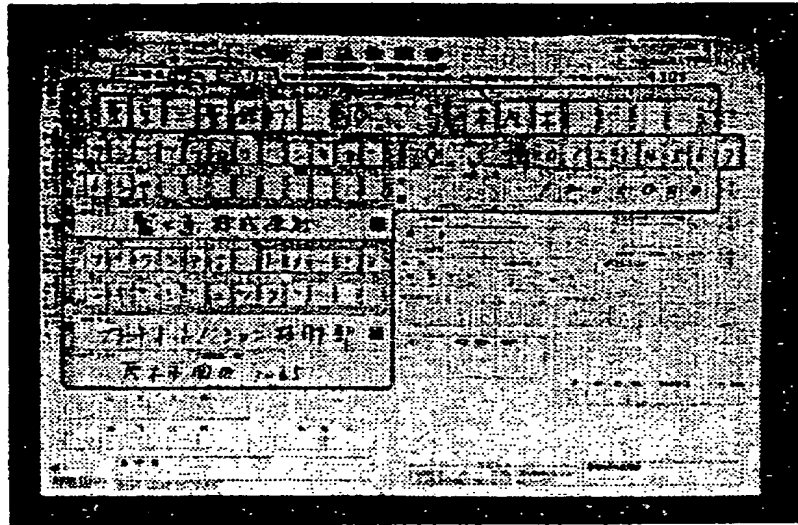
【図21】

周辺歪み(浮き)OHR画像の例を示す図



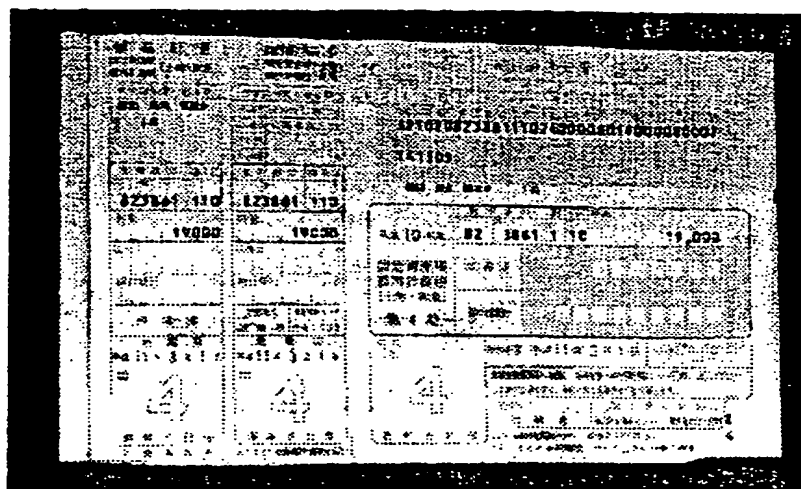
【図 22】

周辺歪み(沈み)OHR画像の例を示す図



【図23】

冊子歪みOHR画像の例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 3次元歪みの存在する帳票について、上から撮像した一枚のOHR画像に基づいて3次元歪みを補正することを可能とする3次元歪み補正方式を提供する。

【解決手段】 本発明の歪み補正方式は、輪郭抽出手段101と曲面推定手段102と歪み補正手段103を備えるように構成する。矩形状の紙を撮像した画像を入力画像とし、輪郭抽出手段101が入力画像から紙の輪郭を抽出し、曲面推定手段102が2次元輪郭を手がかりに紙の3次元曲面モデルを推定し、歪み補正手段103が推定された3次元曲面モデルに基づいて、歪みを補正した画像を出力する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

| | |
|----------|-----------------------|
| 1. 変更年月日 | 1996年 3月26日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 |
| 氏 名 | 富士通株式会社 |